

신경학적 손상에 의한 언어장애인 음성 인식률 개선(H/W, S/W)에 관한 연구

이형근^{1*} · 김순협¹ · 양기웅²

A Study on Improving Speech Recognition Rate (H/W, S/W) of Speech Impairment by Neurological Injury

Hyung-keun Lee^{1*} · Soon-hub Kim¹ · Ki-Woong Yang²

^{1*}Professor, Department of Computer Engineering, Kwangwon University, Seoul, 01897 Korea

²Doctoral Student, Department of Computer Engineering, Kwangwon University, Seoul, 01897 Korea

요 약

신경학적 손상에 의한 언어장애인/비장애인 간의 일상적인 휴대폰 통화시 신경학적 손상으로 인한 발음의 정확도와 언어장애인의 발음 특징이 결합되어 원활한 의사소통을 저해하는 경우가 많다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 제한하는 방법은 언어장애인 특성에 맞춘 단어의 모호성(out of vocabulary) 개선과, 언어 장애인 구강 특성에 따른 어려운 발성 부분을 인위적으로 보정해주는 유도선이 포함된 MEMS(Micro Electro-mechanical System) Microphone 장치 개선이다. S/W적 개선은 도치기능이 포함된 결정트리이며, 연속어 특성을 감안하여 개선된 matrix-vector rnn 방법을 제시하였다. H/W와 S/W 특성을 감안하여 유사 사전을 만들어 원활한 의사소통을 위한 말명료도 향상에 기여하였다.

ABSTRACT

In everyday mobile phone calls between the disabled and non-disabled people due to neurological impairment, the communication accuracy is often hindered by combining the accuracy of pronunciation due to the neurological impairment and the pronunciation features of the disabled. In order to improve this problem, the limiting method is MEMS (micro electro mechanical systems), which includes an induction line that artificially corrects difficult vocalization according to the oral characteristics of the language impaired by improving the word of out of vocabulary. mechanical System) Microphone device improvement. S/W improvement is decision tree with invert function, and improved matrix-vector rnn method is proposed considering continuous word characteristics. Considering the characteristics of H/W and S/W, a similar dictionary was created, contributing to the improvement of speech intelligibility for smooth communication.

키워드 : MEMS 마이크론, 단어 선정, 음성 인식률 향상, 음향제어

Key word : MEMS microphone, Word selection, speech recognition rate improvement, sound control

Received 6 August 2019, Revised 29 August 2019, Accepted 5 October 2019

* Corresponding Author Hyung-keun Lee(E-Mail : hkleee@kw.ac.kr, Tel : +82-2-940-5128)

Professor, Department of Computer Engineering, Kwangwon University, Seoul, 01897 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2019.23.11.1397>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서론

신경학적 손상¹⁾에 의한 언어장애의 경우 표(1)와 같으며 휴대폰을 통한 음성 실험 경우, 언어 장애와 뇌경변 장애와 같은 장애 특성이 동시에 수반되어 말명료도 저하 요인이 된다. 특히 장애 발생 소리는 일상적 환경 잡음에도 민감하게 반응되어 인식률이 저하된다. 개인별 특성에 맞는 음성 인식 장치가 필요하며, 공통적 단어의 OOV(Out of vocabulary) 특성 파악이 필요하다. H/W적으로 공명을 통한 약화된 소리 강화와 반공진을 통한 잡음제거가 필요하다. 그리고 S/W적으로 도치 기능과 OOV 특성이 포함된 알고리즘이 필요하다. 본 논문에선 H/W 특성을 고려하여 뒤틀림 유도선을 제시하였으며 S/W 특성은 도치 기능이 포함된 결정트리와 개선된 matrix-vector rnn 방법을 제시하였다. 또한 도치 유사사전을 제시하였으며 실험을 통해 결과가 향상됨을 확인 하였다.

Table. 1 Types of language disorders and brain lesions

Classification	Disabled	types
language disorder	phonological/Articulatory disorder/	Phoneme omitted Phoneme replacement Pronunciation distortion Phoneme addition
	voice disorder	phonation disorder resonance disorder
	fluency disorder	seizures
brain lesions	Ischemic Cerebrovascular Disease	Infarction(Ischemic stroke) Hemorrhage(Hemorrhagic stroke)
	Cerebral palsy	Brain lesions that occur during immature periods of the brain
	Traumatic Brain Injury	Obstructive brain injury

II. 구현 및 분석

음성, 음향, 장애인 특유의 발성이 섞여 무선 휴대폰을 통해 대화를 진행 할 경우 비장애인은 이해가 어려운 경우가 많이 발생되어 원활한 소통에 어려움을 경험한

1) (뇌졸중, 중양, 외상 등)

다. 특히 똑같은 발음을 하더라도 기계를 통해 상대방에게 전달[1]시 전혀 다른 의미의 단어나 OOV로 인식[2]되는 일이 많이 발생된다. 실험자의 음성을 개발된 장치가 부착된 휴대폰에 저장 후 저장된 자료를 무선 블루투스 스피커를 통해 출력한다. 그리고 핸드폰 자체에 내장된 음성인식 기능을 사용하여 그림(1)와 같이 측정하였다.

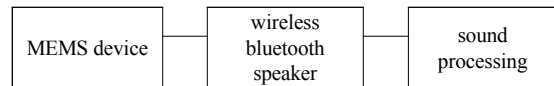


Fig. 1 process diagram

2.1. 소프트웨어 처리 방법 및 도치 유사사전

2.1.1. 소프트웨어 처리 방법

장애인의 음성인식 분석을 하다보면 음소 생략, 음소 대체, 왜곡(도치 포함), 음소 추가에서 비장애인과의 많은 차이가 있음을 발견하게 된다. 장애인 언어 해석을 위해서 단어 의미의 모호성을 이해하는 것이 필요하다. 관련된 알고리즘으로 matrix-vector rnn이 있다. 원리는 단어가 다르면 다른 과정일 것이라 가정에서 시작된다. 구성은 child node와 parent node로 이루어져 있다. 비장애인 경우는 단어의 모호성 중심 처리하고 장애인 경우는 모바일 휴대폰 통한 음성인식을 고려하여 생략, 대체, 왜곡, 추가 등이 포함된 유사 단어를 구성 후 처리한다. 그림(2)처럼 클러스터[3] 단계에서 A가 정해지면 도치를 반영하여 A'를 유사 음소[4]에 포함시키고, 음소 A, A', B, B'... 등이 합쳐져서 AB, AB', A'B, A'B'... 등의 음절을 만든다. 음절은 ABCD, ABCD', ... 등의 단어[5]를 만들어 우리가 듣기에 정확치는 않다고 하더라도 언어 장애인의 개선 핵심 목표인 자연스러운 발음인 말명료도가 향상된다.

말명료도란 자연스럽게 의사소통 되어질 정도를 말하며 정확한 발음과는 다르다. 장애 치료 핵심은 말명료도[6]를 높이는 것이며 수식(1)과 같다.

$$\text{말명료도} = \frac{\text{청자 적은 단어수}}{\text{화자 의도 단어수}} \times 100 \quad (1)$$

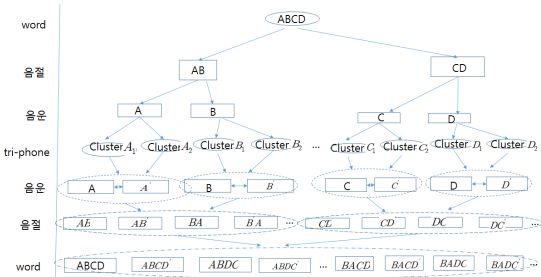


Fig. 2 Decision tree with improved invert function

장애인의 언어를 이해하기 위해서는 단어 의미의 모호성을 이해하는 것이 필요하며, OOV와 같은 예외 사항이 고려되어야 한다. matrix-vector rnn[7]은 가중값을 달리하여 벡터값 저장 후 사용되는 방법이며 신규 고안된 방법은 도치 기능이 포함되어 저장되는 새로운 방법이다. 가중값을 조절하여 유사 p1(한자 또는 다수 존재 가능)을 생성한다. 그리고 유사 p1을 사용하여 장애인의 음성 특징에 따른 변천과정을 히스토리로 저장한다. 이를 레퍼런스로서 사용하여 음성 인식을 향상과 OOV와 같은 문제를 그림 (3)과 같이 개선한다.

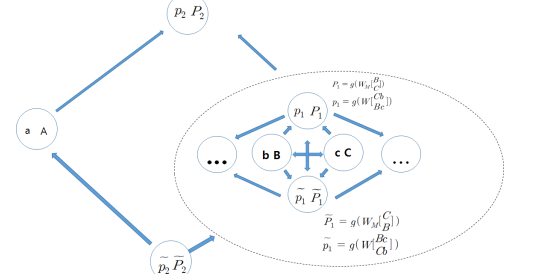


Fig. 3 Improved matrix rnn

2.1.2. 도치기능 유사 사전
 도치 기능 유사사전 구성은 표(2), 표(3), 표(4)와 같다.

Table. 2 Invert function similar word scheme - 1

	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ
ㄱ	가악	아,가,악, 가악, 악가, 아까, 까악	거억, 거,억, 억거, 억,거, 꺼여, 여꺼	고옥, 오,고, 옥,고, 오꼬, 꼬오
	악가	억거	억고	억고

	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ
ㄴ	나안	나,안,나 안,안나, 아,난, 안아	너언	너,언,너 언,언너, 어,넌, 언어
	안나	어,넌, 언어	온노	노,온,노 온,온노, 오,논, 오노
ㄷ	다안	다,안,다 안,안다, 아,다아, 았다	더언	더,언,더 언,언더, 어,더어, 얼어
	안다	어,더어, 얼어	도운	도,운,도 운,운도, 오,돏, 옏
ㄹ	라알	라,알,라 알,알라, 아,랄, 알	러얼	러,얼,러 얼,얼러
	알라	어,랄, 알	로울	로,울,로 울,울로, 우,룰, 로로
ㅁ	마암	마,암,마 암,암마, 아,맘, 암마	머엄	머,엄,머 엄,엄머, 아,멤, 엄마
	암마	아,멤, 엄마	모움	모,움,모 움,움모, 오,뎡, 엄모
ㅂ	바압	바,압,바 압,압바, 아,랍, 아빠	버업	버,업,버 업,업버, 어,뎡, 업버
	압바	어,뎡, 업버	보옵	보,옵,보 옵,옵보, 오,보오, 업보
ㅅ	사앗	사,앗,사 앗,앗사, 아,아쌈, 사아	서엇	서,엇,서 엇,엇서, 어,서어, 어서
	앗사	어,서어, 어서	소웃	소,웃,소 웃,웃소, 오,속웃, 오소
ㅇ	아양	아,양,아 양,양아, 양,아아	어영	어,영,어 영,영어, 어,어어, 영아
	양아	어,어어, 영아	오옹	오,옹,오 옹,옹오, 오,오오, 옹옹
ㅈ	자앗	자,앗,자 앗,앗자, 아,자아, 짜	저엇	저,엇,저 엇,엇저, 어,저어, 저저
	앗자	어,저어, 저저	조웃	조,웃,조 웃,웃조, 오,조오, 오조
ㅊ	차앗	차,앗,차 앗,앗차, 아,아차, 참	쳐엇	쳐,엇,쳐 엇,엇쳐, 어,쳐어, 쳐쳐
	앗차	어,쳐어, 쳐쳐	초웃	초,웃,초 웃,웃초, 오,초오, 오초
ㅋ	카악	카,악,카 악,악카, 아,각, 아까	커억	커,억,커 억,억커, 어,커, 억커
	악카	어,억, 억커	코옥	코,옥,코 옥,옥코, 오,코오, 오코
ㅌ	타알	타,알,타 알,알타, 타아, 아따	터얼	터,얼,터 얼,얼터, 어,터어, 얼어
	알타	어,터어, 얼어	토울	토,울,토 울,울토, 오,톨, 옏
ㅍ	파앗	파,앗,파 앗,앗파, 아,아파, 파아	퍼업	퍼,업,퍼 업,업퍼, 어,퍼어, 업어
	앗파	어,퍼어, 업어	포움	포,움,포 움,움포, 오,포오, 옏
ㅎ	하랄	하,랄,하 랄,랄하, 아,하하, 햇	허얼	허,얼,허 얼,얼허, 어,허허, 허허
	랄하	어,허허, 허허	후움	후,움,후 움,움후, 오,후오, 옏

Table. 3 Invert function similar word scheme - 2

	一	丨	ㄷ	ㄱ
ㄱ	그옥, 옥그, 으그, 으크, 으크, 으크, 으크, 으크, 으크	기익, 익기, 익기, 익기, 익기, 익기, 익기, 익기, 익기, 익기	개액, 액개, 액개, 액개, 액개, 액개, 액개, 액개, 액개, 액개	계액, 액계, 액계, 액계, 액계, 액계, 액계, 액계, 액계, 액계
ㄴ	느은, 은느, 은느, 은느, 은느, 은느, 은느, 은느, 은느, 은느	니인, 인니, 인니, 인니, 인니, 인니, 인니, 인니, 인니, 인니	내앤, 앤내, 앤내, 앤내, 앤내, 앤내, 앤내, 앤내, 앤내, 앤내	네엔, 엔네, 엔네, 엔네, 엔네, 엔네, 엔네, 엔네, 엔네, 엔네
ㄷ	드옥, 옥드, 옥드, 옥드, 옥드, 옥드, 옥드, 옥드, 옥드, 옥드	디익, 익디, 익디, 익디, 익디, 익디, 익디, 익디, 익디, 익디	대앤, 앤대, 앤대, 앤대, 앤대, 앤대, 앤대, 앤대, 앤대, 앤대	테엔, 엔테, 엔테, 엔테, 엔테, 엔테, 엔테, 엔테, 엔테, 엔테
ㄹ	르음, 음르, 음르, 음르, 음르, 음르, 음르, 음르, 음르, 음르	리일, 일리, 일리, 일리, 일리, 일리, 일리, 일리, 일리, 일리	래엘, 엘래, 엘래, 엘래, 엘래, 엘래, 엘래, 엘래, 엘래, 엘래	레엘, 엘레, 엘레, 엘레, 엘레, 엘레, 엘레, 엘레, 엘레, 엘레
ㅁ	므음, 음므, 음므, 음므, 음므, 음므, 음므, 음므, 음므, 음므	미임, 임미, 임미, 임미, 임미, 임미, 임미, 임미, 임미, 임미	매엠, 엠매, 엠매, 엠매, 엠매, 엠매, 엠매, 엠매, 엠매, 엠매	메엔, 엔메, 엔메, 엔메, 엔메, 엔메, 엔메, 엔메, 엔메, 엔메
ㅂ	브음, 음브, 음브, 음브, 음브, 음브, 음브, 음브, 음브, 음브	비입, 입비, 입비, 입비, 입비, 입비, 입비, 입비, 입비, 입비	배엡, 엡배, 엡배, 엡배, 엡배, 엡배, 엡배, 엡배, 엡배, 엡배	베엡, 엡베, 엡베, 엡베, 엡베, 엡베, 엡베, 엡베, 엡베, 엡베
ㅅ	스웃, 웃스, 웃스, 웃스, 웃스, 웃스, 웃스, 웃스, 웃스, 웃스	시잇, 잇시, 잇시, 잇시, 잇시, 잇시, 잇시, 잇시, 잇시, 잇시	새엣, 엣새, 엣새, 엣새, 엣새, 엣새, 엣새, 엣새, 엣새, 엣새	세엣, 엣세, 엣세, 엣세, 엣세, 엣세, 엣세, 엣세, 엣세, 엣세
ㅇ	으응, 응으, 응으, 응으, 응으, 응으, 응으, 응으, 응으, 응으	이잉, 잉이, 잉이, 잉이, 잉이, 잉이, 잉이, 잉이, 잉이, 잉이	애앵, 앵애, 앵애, 앵애, 앵애, 앵애, 앵애, 앵애, 앵애, 앵애	에앵, 앵에, 앵에, 앵에, 앵에, 앵에, 앵에, 앵에, 앵에, 앵에
ㅈ	즈웃, 웃즈, 웃즈, 웃즈, 웃즈, 웃즈, 웃즈, 웃즈, 웃즈, 웃즈	지읏, 읏지, 읏지, 읏지, 읏지, 읏지, 읏지, 읏지, 읏지, 읏지	재엣, 엣재, 엣재, 엣재, 엣재, 엣재, 엣재, 엣재, 엣재, 엣재	제엣, 엣제, 엣제, 엣제, 엣제, 엣제, 엣제, 엣제, 엣제, 엣제
ㅊ	츠웃, 웃츠, 웃츠, 웃츠, 웃츠, 웃츠, 웃츠, 웃츠, 웃츠, 웃츠	치읏, 읏치, 읏치, 읏치, 읏치, 읏치, 읏치, 읏치, 읏치, 읏치	채엣, 엣채, 엣채, 엣채, 엣채, 엣채, 엣채, 엣채, 엣채, 엣채	체엣, 엣체, 엣체, 엣체, 엣체, 엣체, 엣체, 엣체, 엣체, 엣체
ㅋ	크옥, 옥크, 옥크, 옥크, 옥크, 옥크, 옥크, 옥크, 옥크, 옥크	키익, 익키, 익키, 익키, 익키, 익키, 익키, 익키, 익키, 익키	캐액, 액캐, 액캐, 액캐, 액캐, 액캐, 액캐, 액캐, 액캐, 액캐	케이, 익케이, 익케이, 익케이, 익케이, 익케이, 익케이, 익케이, 익케이, 익케이
ㅌ	트음, 음트, 음트, 음트, 음트, 음트, 음트, 음트, 음트, 음트	티일, 일티, 일티, 일티, 일티, 일티, 일티, 일티, 일티, 일티	태엘, 엘태, 엘태, 엘태, 엘태, 엘태, 엘태, 엘태, 엘태, 엘태	테엘, 엘테, 엘테, 엘테, 엘테, 엘테, 엘테, 엘테, 엘테, 엘테
ㅍ	프음, 음프, 음프, 음프, 음프, 음프, 음프, 음프, 음프, 음프	피입, 입피, 입피, 입피, 입피, 입피, 입피, 입피, 입피, 입피	페엡, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페	페엡, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페, 엡페
ㅎ	흐음, 음흐, 음흐, 음흐, 음흐, 음흐, 음흐, 음흐, 음흐, 음흐	히잉, 잉히, 잉히, 잉히, 잉히, 잉히, 잉히, 잉히, 잉히, 잉히	해햏, 햏해, 햏해, 햏해, 햏해, 햏해, 햏해, 햏해, 햏해, 햏해	헤햏, 햏헤, 햏헤, 햏헤, 햏헤, 햏헤, 햏헤, 햏헤, 햏헤, 햏헤

Table. 4 Invert function similar word scheme - 3

	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄱ
ㄱ	괴익, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴	괴, 괴, 괴, 괴, 괴, 괴, 괴, 괴, 괴, 괴	귀익, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀	귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀
ㄴ	뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원	뇌, 원, 뇌, 원, 뇌, 원, 뇌, 원, 뇌, 원	뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원, 뇌원	뇌, 원, 뇌, 원, 뇌, 원, 뇌, 원, 뇌, 원
ㄷ	되원, 되원, 되원, 되원, 되원, 되원, 되원, 되원, 되원, 되원	되, 원, 되, 원, 되, 원, 되, 원, 되, 원	뒤원, 뒤원, 뒤원, 뒤원, 뒤원, 뒤원, 뒤원, 뒤원, 뒤원, 뒤원	뒤, 원, 뒤, 원, 뒤, 원, 뒤, 원, 뒤, 원
ㄹ	뢰윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌	뢰, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌	뤼윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌	뤼, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌
ㅁ	뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜	뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜	뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜	뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜
ㅂ	뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜	뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜	뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜, 뵤웜	뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜, 뵤, 웜
ㅅ	쇠읏, 쇠읏, 쇠읏, 쇠읏, 쇠읏, 쇠읏, 쇠읏, 쇠읏, 쇠읏, 쇠읏	쇠, 읏, 쇠, 읏, 쇠, 읏, 쇠, 읏, 쇠, 읏, 쇠, 읏	쉬읏, 쉬읏, 쉬읏, 쉬읏, 쉬읏, 쉬읏, 쉬읏, 쉬읏, 쉬읏, 쉬읏	쉬, 읏, 쉬, 읏, 쉬, 읏, 쉬, 읏, 쉬, 읏, 쉬, 읏
ㅇ	외윳, 외윳, 외윳, 외윳, 외윳, 외윳, 외윳, 외윳, 외윳, 외윳	외, 윳, 외, 윳, 외, 윳, 외, 윳, 외, 윳, 외, 윳	위윳, 위윳, 위윳, 위윳, 위윳, 위윳, 위윳, 위윳, 위윳, 위윳	위, 윳, 위, 윳, 위, 윳, 위, 윳, 위, 윳, 위, 윳
ㅈ	죄읏, 죄읏, 죄읏, 죄읏, 죄읏, 죄읏, 죄읏, 죄읏, 죄읏, 죄읏	죄, 읏, 죄, 읏, 죄, 읏, 죄, 읏, 죄, 읏, 죄, 읏	취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏	취, 읏, 취, 읏, 취, 읏, 취, 읏, 취, 읏, 취, 읏
ㅊ	최읏, 최읏, 최읏, 최읏, 최읏, 최읏, 최읏, 최읏, 최읏, 최읏	최, 읏, 최, 읏, 최, 읏, 최, 읏, 최, 읏, 최, 읏	취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏, 취읏	취, 읏, 취, 읏, 취, 읏, 취, 읏, 취, 읏, 취, 읏
ㅋ	괴익, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴, 괴괴	괴, 익, 괴, 익, 괴, 익, 괴, 익, 괴, 익, 괴, 익	귀익, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀, 귀귀	귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀, 귀
ㅌ	퇴윌, 퇴윌, 퇴윌, 퇴윌, 퇴윌, 퇴윌, 퇴윌, 퇴윌, 퇴윌, 퇴윌	퇴, 윌, 퇴, 윌, 퇴, 윌, 퇴, 윌, 퇴, 윌, 퇴, 윌	튀윌, 튀윌, 튀윌, 튀윌, 튀윌, 튀윌, 튀윌, 튀윌, 튀윌, 튀윌	튀, 윌, 튀, 윌, 튀, 윌, 튀, 윌, 튀, 윌, 튀, 윌
ㅍ	뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌	뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌	뤼윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌, 뵤윌	뤼, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌, 뵤, 윌
ㅎ	회윳, 회윳, 회윳, 회윳, 회윳, 회윳, 회윳, 회윳, 회윳, 회윳	회, 윳, 회, 윳, 회, 윳, 회, 윳, 회, 윳, 회, 윳	휘윳, 휘윳, 휘윳, 휘윳, 휘윳, 휘윳, 휘윳, 휘윳, 휘윳, 휘윳	휘, 윳, 휘, 윳, 휘, 윳, 휘, 윳, 휘, 윳, 휘, 윳

2.2. 하드웨어 방법

MEMS[8] 마이크로폰은 멤브레인의 스프링 역할과 모션 센서에 따라 작동하며 두 개의 플레이트로 구성된다. 플레이트간 거리, 멤브레인 변위, 면적은 감도와 민감도에 영향을 끼치며 전압을 인가하여 장치를 작동한다.

2.2.1. 뒤틀린 유도선 MEMS

뒤틀림의 중요한 특성은 shearing modulu, shearing strain, shearing stress 등이 있으며 상호 관련성은 수식 (2)와 같으며

$$\text{shearing modulus} = \frac{\text{shearing stress}}{\text{shearing strain}} \quad (2)$$

bar에 적용시키면 shearing modulus = G

이며 수식(3)와 같다.

$$\text{shearing stress} = Gr(d\phi/dx) \quad (3)$$

force는 수식(4), dA는 수식(5), ∫ dw는 수식(6)

$$dF = \text{shearing stress} \times dA \quad (4)$$

$$dA = dw \times dr \quad (5)$$

$$\int dw = 2\pi r \quad (6)$$

이 된다.

토크는 수식(7)

$$d\tau = G(2\pi r^3)(d\phi/dx)dr \quad (7)$$

이 된다.

총 토크는 r=0 부터 r=a까지므로 수식(8)

$$\tau = G\frac{1}{2}\pi a^4(d\phi/dx) \quad (8)$$

가 된다.

실린더에서 각 끝점에 있는 토크들의 차이므로 수식(9)가 된다.

$$G(\pi a^4/2)(\partial\phi^2/\partial x^2) \quad (9)$$

이는 파동 방정식과 관련되어 수식(10)으로 표현된다.

$$(\partial\phi^2/\partial x^2) = \frac{1}{c^2} (\partial\phi^2/\partial t^2) \quad (10)$$

c는 수식(11)로 표현된다.

$$c = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (11)$$

phase speed c에서 ρ는 solid density이다.

유도선을 타고 온 소리는 그림(4)와 같이 MEMS 마이크로폰의 플레이트, 멤브레인 등의 기계적 특성에 따라 작동된다.

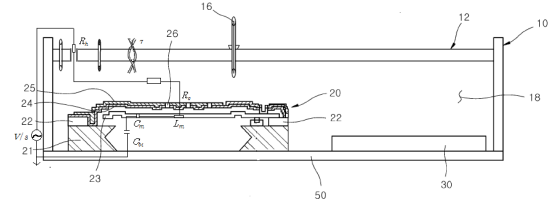


Fig. 4 MEMS devices including twisted lead wire

III. 실험 및 결과

본 논문 관련 실험은 장애인 복지시설을 방문하여 뇌성마비 중증 환자 등을 포함하여 10명의 실험자들에게서 음성 DB를 취득하였다. 취득 샘플링은 44,100HZ로 하였으며 확장자는 *.m4a로 구성하여 실험이 *.wav로 구분하여 사용하였다. 한 명당 장비 6개, 단어 280개를 총 열 명(6 * 280 * 10 = 16,800개 단어)이 발음하여 실험 하였다. 음성 인식 경우 기존 핸드폰을 무선 블루투스 스피커[9]와 연계 출력 후 출력된 자료를 S사에 내장된 음성 인식 기능을 사용하여 음성 인식 후 사용하였다. 장애인 복지시설 내 커피숍 실시간 잡음 환경[10]에서 실험 하였다. 작업에 사용된 장비는 길이 (×1, ×3), 재질 (금속, 비금속), 모양 (뒤틀린 모양, 평평한 모양), 방향 (중) 등 구성하여 실험[11]하였다

3.1. 장비 실험 결과

새롭게 도입된 장비 성능 실험을 진행하였으며 current, sensitivity, SNR, THD를 중심으로 실험을 하여 표(5)와 같은 특성을 얻었다.

Table. 5 Device performance results

#	Current	Sensitivity(@1k)	SNR	THD (@94)
	(μA)	(dBV)	[dB]	[%]
#normal	89.80	-36.70	54.94	0.28
silicon#3cm	89.50	-38.83	51.67	0.17
silicon#1cm	88.60	-44.63	47.10	0.15
metal#1cm	88.89	-36.74	54.79	0.27
metal#3cm	89.11	-36.98	54.14	0.28

#	Current	Sensitivity(@1k)	SNR	THD (@94)
	(μA)	(dBV)	[dB]	[%]
metal#5cm	89.31	-36.36	55.36	0.30
metal#3cmt wist	87.75	-37.45	54.84	0.25

뒤틀린 철은 고무파[12]에서 높은 값을 가지며, 평평한 구간 길이가 큰 실리콘*3cm 유도선 장치는 말명료도가 높다. sensitivity 그래프는 그림(5)와 같다.

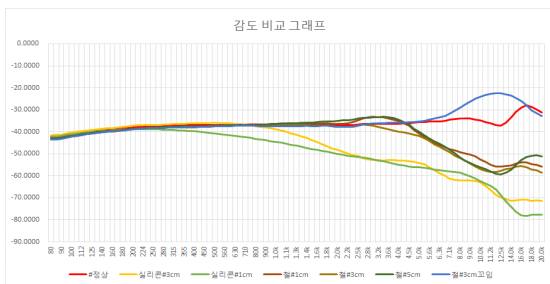


Fig. 5 Sensitivity experiment results

3.2. 말명료도 실험 결과

도치 기능 및 OOV를 감안한 말명료도 결과는 표(6), 표(7), 표(8)과 같다.

Table. 6 Invert Word Experiment Results-1

	ㅏ	ㅑ	ㅓ
ㄱ	아가 하아까 악 아까 아카 아예	어 오 어여 어어 억거 걸 없고 꺼 없다 역	고 고요 고고 꼬옥 고우 곡 고도 코 고오 고흥 공부 옥도 오 옹고 옥두 옥계 웃고 오개 꼬꼬
ㄴ	나 난 나야 나와 나라 나이 았나 안나 았나 안 안다 안녕	너 뉘어 너언 너얼 넌 널 언니 없는 온 없노 은우 인돌 건너 언어 온노 온도 어도 나온 오분 었너 안노 안나	놓은 노래 노운 녹은 은노곤 오월농원노 놓을 논 노고 녹음 오늘 오이 노온 온도 오이 은희 어온 온노 은로 언어 언니 오늘
ㄷ	다 달라 다야 다음 아앗 답아 아아빠 받다	더월 어엇 더웠 다노 언더 어 더 어뻐 어디 아뻐	또 돈 도곡 곡 동부 또 동오 곳도도 도옥 도웃 윈도 옥또 웃도 오복 로또
ㄹ	알 갈 라 다알 알람 알가 알람 알오 올려	널 러스 릴 얼 알라 알릴 걸로 홀로 얼노 얼른 어요 걸 올려 울로 알람 알로 알가	롤러 로 로또 로울 롯데 올 로울 롤로 로오 로또 걸로 웃도 울로 울을 울고 웃로 웃도 골 물루

	ㅏ	ㅑ	ㅓ
ㅕ	막 맵 맘 다음 마음 망부 마 맵피 만요 야 안마 머힘 업마 마야 아야	루머 머음 아함 먹고 몸 머 모음 엄마	모어 모레 모오 모자 몰려 못퍼 움브 움 움브 모흥 오무 엄 공모 모모
ㅖ	박 밥 파약 발자 박차 바우 밤이 하악 바이 박해 파악 아빠	버리 범동 업무 업 오빠	복레 보 볼 복기 오오 보트 밥집 바보 오빠 오후 뻬뻬
ㅗ	사야 사안 샷 하안 사랑 약사 샷 아빠 았다	서호 서울 서 서원 엇어 었너	소울 옷 속이 홀호 소오 손 소소 오쏘 오씨
ㅛ	아망 양 아양 양 양오 아이 약한 아로 아아 약한 위안 아야야아 강아 아아의 아안	열 어이 어어 응 오오 오옹 여보 영이 영 오영	오비 오프 용노 오우 옹옹 오운 옹을 오 오영 오구 오공 어어 오동 오오 오탱 용요 영오 오고 오위 오수
ㅜ	자아 앓자 자하 자 잠어업 자하 잠깐 가짜 짜 학자	저 어 조 조고 저서 저우 저곡 정서 저업 전화 어쥬 어찌	조주 조원 종로 조호 조옥 조수 조울 종로 오초 무쥬 쥬오
ㅠ	차주 찾아 차 차앗 차아 아차 약쳐	근처 저 조 쥐 처언 쳐 어쳐 고쳐 거쳐 부쳐	초 초오 조 조웃 오초
ㅋ	카라 카바 카 카카 카톡 가야 아가	커어 켜쥬 켜러 코오 커 켜 옥호 츄크 아커	코 코어 콜로 코코 코이 곡 카오 코코 코오 콜코 옥호 오케
ㅌ	다 파악 화악 타아 아파 알파 아타	터 터울 떠어 터운 오토 어때 어퍼 어떠	토 토오 투옥 통화 코오 토웃 톱 토운 오토
ㅍ	파워 파악 하악 팔오 아파	폭포 포옥 어퍼 아파	포포 폴목포 포이 포옥 옥포 오포
ㅎ	하오 한 하아 하로 하이 하 하도 할러 하하 해낼 하 아하	헌 허어 하보 허흥 혈 현 허 하아 아함 허허	훅 효 흥 호 효민 흘 호오 호프 서흥 오코 웃고 어호

Table. 7 Invert Word Experiment Results-2

	ㅏ	ㅑ	ㅓ
ㄱ	구 구우 구복 우 우우 고옥 구피 구호 구오 구우 구 오꾸 고 옥 옥구 옥 웃고 옥레	그 고우 국의 그이 그렇게 구읍 이긴 웃고 읊꾸	이 기 기기 기식 김희 끼 이지 이구 이구 있기에 이구 있자 있기
ㄴ	눈 노운 노울 누구 운모 윤 울루 윈림 오이 윤이 노운 오이 은로 운두 운내 운내 운무	눈은 내은 누이 놓은 오은 늑도 은 는 놓고 눈은 은주 이은 은예 은노 은미 이언 은누 은느	니 님아 내나 인민 인어 미인 노인 네 리인 니이 아니 이구 이 있니 애니 이은 인세 입니 있니 윈이 입니 인대 인재

	ㅌ	ㅡ	ㅣ
ㄷ	둔 듀크 도우 굿두 툃 옥투 옷두 우투 우	두대 두 옥을 우투 뚜	의 디투 비 익디 이 있기 읽기
ㄹ	우을 블루 올의 물물	놀 르크 올을 물이 일이 올루 놀 올굴 물루 으로 올 흘물 우울	릿 린내 리빙 림 일오 이일일이 일루 올기 일 올린
ㅁ	무순 뮤직 물루 모음 문구 물로 물류 문진 우리 물음 운무	문자 모음 모인 모은 문문 오비 음모 음어 음이 모임 운무 음미	미치다 민예 미민 메일 미림 미인 마냄 미민 민 미 미희 뫼임 미인 모음이 미리 밀크 메일 민개 미안 임신 임비 이미 이무흔 비 이모 임용 임비 이유흔 이무신
ㅂ	부호 부분류 북구 부리 부우 범조 옥구 오부 북부 오빠도 뿌뿌	브 보부 부 북부 웃고 이에 예뻐	비씨 비 비위 비웃 빛이 비비 비켜 이 있기 입니 이쁜 읽기 입이 었 예뻐
ㅅ	수주 수식 소울 슈비 주욱 추 추운 우수 웃수 웃도 우씨 웃소	수호 시희 수시 웃시 수수 스 신 신이 웃으 이자 웃으이 웃으	씨 실 신 신위 시위 시에서 신네 신비 이자 이씨 있니 이웃 이유 이시 이씨
ㅇ	유 오옹이 오우 오유 우 우이 유비 우리 유유 오옹 오옹	응 오옹 유지 응에 응	이엘 이구 일 이위 야이 이오 일엘 이 이의 인희 이에 이사 오아
ㅈ	주식 주위 주 주욱 주오 옥 주시 쭈 준비 주마 주고 주가 고추 오추 웃고 무쭈 쭈쭈 우쭈	좋은 주호 좋은 주욱 지금 주 주칠 옥조 오지	지은 림진 지웃 진희 지입 진심 지재 진수 지니 지입 지씨 진역 진오 지웃 이 있지 이주
ㅊ	추 추우 추웠 추운 후추 추추 부추 우추	치아 치웃 부추 우츠 후추	칠이 취위 치시 치웃 치웃 치에 칠시 칠위 위치 익히 위치 차 이차 이치
ㅋ	쿠키 쿠 콤 큐티 크크 구희 코오 코코 큐 오쿠 후쿠 옥호	크 그 오크 이크	키 키자 키호 키에 김이 읽기 익히 읽기
ㅌ	투 투어 투비 쿠오 투웃 투온 투비 우투 오트 미투 우토 오토	노트 크으웃 트으 트은 액트 히티 투 트 노트	이 티오 티액 티에 티 티일 티어 이때 이택 이티 때 티티
ㅍ	푸욱 푸 포욱 투 옥포 옥구	프 프크 포 읊투	핑 피 핏 피라 피에 피즈 피앞 피 앞이 입히 입이
ㅎ	호홍 후 호우 흥 웅후 코투 오투	흐 흥 화악 흐흐 희태 흐으 웅 웅흐	헝 히 히히 히우 힘이 희현 히잉 희 이구 이희 이어 일희 이어 기희

Table. 8 Invert Word Experiment Results-3

	ㅈ	ㅊ	ㅊ	ㅊ
ㄱ	네 개에 개 개 계획 이구 액 에어 에게	네 계의 역 계 계역 계 계획 게임 에게 웹계 엑스	계 네 괴 공모 공고 웹 웹계	귀비 귀 극은 획 계 귀위 위키 이키 위피 키 위드 이키 위키 위피
ㄴ	내 네 넬 낸 내헤 내인 내일 내일 낸 내어 엔앤디 이구엔넷 앤 안내 입니다 엠 온도 안아	네 넬 넬네 냄 네일 냐네 예넬 냈네 낸 네엔 네엘 엠넷 었네 이구 엔엠비 웬디 안내 엔네	엔 엔 논노 웬 내인 윈뇌 왜 외로워 윈 윈영 얹네 워너 냓 은은 은에 냓 왜 웬내 은은 웬지	뉴인 냓매 뉴욕 미윈 리윈 윈 웠니 위인 위 윈로 윈 윈이 웠니 워
ㄷ	대해 대의 대외 대 대대 대개 엿 에때 에	대행 데에 대 때 어때 때때 때에	돼 대외 대회 돼지 될 왜 외 웹툰 웹때 외대	뒤 위키
ㄹ	랩 레벨 내일 지엘 래핑 래에 내어 레렐 랜드 이네 이레 엘레 에라 엘에 얼러 알려	레 레벨 루프 네알 엘레 엘 얼 이엘 엘내 엘리 올헤	뢰아 레벨 웨엘 왜 외래 엘엔 올 올늘 월의 불고	루크 이 위 올유 올을 엘이 우리 굴리
ㅁ	민네 맘 매일 맘매 맘남 매네 미미 맥킨엠티 엠 엠매 엠터 엠 애매	멤 멜론 매일 머뭇 맵피 맵 맘 매일 메모 맵맵 메시지 왜그매 엠매 엠네 엠배 엠매	멤 미림 민니 민 머내 미림 민 미림 뫼 민니 엠매 엠비 임의	뫼 뫼 내헛 위미 윤미
ㅂ	백기 비아이 벨 아이 빼액 비페 비아 엠 백수 맵 아이 엠에 뺨뺨 배우 엠이 페 웹때 에이 빼	배 배 백배 백구 백제 백개 베웹 베리 엠 때 어때 에페 웹에 엠때	해외 왜 애플 웹	비어 비밀 버림 비빔 위치 예뻐 위키 예
ㅅ	새해 세조 세계에 새 헤헤 세해 세오 테 에 세 에스 에스지 에스엘	세에 세의 해외 갓네 세요 외세 어때 메세	신희 세의 위치 오십 외왔	쉬 숭 시위 시지 선 실행 위씨 웃구 웃고 외채 위비 위치 이씨 웃고
ㅇ	왜 애인 오행 이야 아양 앤 앵 웨 웹웨 웨이 엠에 에 웹에 웹웨	예 예외 애인 앵 에액 예뻐 웹 웹 앵에 에웹 에이 에	오예 외에 웬 웹 왜 응위 외이 예뻐 와	위에 위자 위 유의 행위 앵 웹뫼 웹위 위한
ㅈ	자나자 예 중호 제 제대 제제 짐심 진수 액제 대제 했내 했제 액제	공제 재생 제 경제 정제	쭈 쭈서 계획 계 짜 재생	짐주 지희 집 위치 쭈가 지희 쭈쭈 지희 지주 위치 위
ㅊ	최애 핵 চে엇 체 최 최애 액체 체 에체 대체 이지	체제 최애 최위 췌 체 체엇 최엇 액체 에체 엇체	최위 최 최고 최아차 최저 췌 외체 액터 외체	취소 취 위치
ㅋ	케케 케 케이 켈 에케 이케	케어 게 게 케역 메케	엑 코모 희 왜케 왜 왜최	취 귀 귀위 위키 후쿠 위크

	나	깨	기	거
트	태호 때에 에 페 케 테	텔 에페 테 엠펜 왜케	토 왜케 외태 왜케	튜브 투트 티위 퇴키 리티 헤택 위티 위키
표	해 페엵 에페 엵페	테테 페 엵 페에 에페피 웁해 에페	표고 태외 웁페 웁해	퀴 입기 위피 위키
행	했네 행행 행이 해외 해해 해해 했대 흥행 했어 행 동혁 이희 해광 에게 해행 대해	헤지 헤은 행위 헤 해미 했대 헤 해엵 행 에행 했네 해 에해 왜 재생해	회 응호 회의 호도 허용 회은 위해 일회 휘휘 해	휘 해피 희 행 휘엵 희석 위해 휘휘

3.3. 말명료도와 장치 조합 실험 결과

장애 정도에 따른 경도, 경도-중등도를 중심으로 그림(6), 표(9), 그림(7)과 같다. 그리고 자음 난이도는 수준1, 수준2, 수준3, 수준4로 구분하여 말명료도를 측정하였다. 전체 측정 수준1, 수준2, 수준3은 난이도에 따른 하향 곡선이 되며 수준4에선 경도에서 수준3보다 높은 말명료도가 표시되어 장치 특성이 반영되었음을 알 수 있다. 피어슨 상관을 이용한 경도/경도-중등도 상관은 0.186 $p < .05$ 이상이므로 유의미하지 않다.

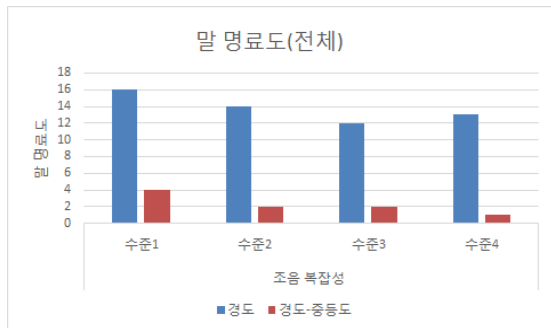


Fig. 6 Clarity of speech (all)

Table. 9 Clarity of speech (correlation)

		전체경도(%)	전체중등도(%)
전체경도	Pearson 상관(%)	1	0.814
	유의확률(%) (양측)		0.186
	N (선수)	4	4
전체중등도	Pearson 상관(%)	0.814	1
	유의확률 9(%) (양측)	0.186	
	N (선수)	4	4

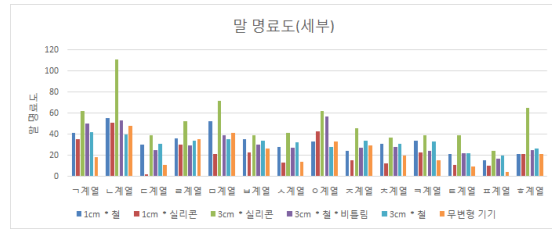


Fig. 7 Clarity of speech (all consonants)

표(10)은 유도선 2종류를 혼합하여 사용하는 경우이다. 회귀모형은 F통계값이 $p=.011$ 에서 2.704의 수치를 보이며, 회귀식에 대한 $R^2 = .381$ 38.1%(수정계수에 의하면 24%의 설명력이 있다. 철1cm실리콘3cm($t=2.183$, $p<.05$), 실리콘1cm3cm($t=2.335$, $p<.05$), 실리콘3cm철3cm($t=2.294$, $p<.05$), 실리콘3cm뒤틀린 철3cm($t=2.321$, $p<.05$)등이 ($p<.05$)되어 변형 전 장치에 유의미한 영향을 미친다. 또한 변형 전 장치에 영향을 미치는 유도선의 중요도를 판단하기 위하여 표준화 회귀계수 B값을 비교한 결과 철1cm실리콘3cm($B=.349$), 실리콘1cm3cm($B=.374$), 실리콘3cm철3cm ($B=.367$), 실리콘3cm뒤틀린 철3cm($B=.371$)로 나타나 실리콘1cm3cm가 더 강한 영향을 미치는 것을 볼 수 있다. 같은 재질로 적정 길이 조절 시 높은 영향을 미침을 알 수 있다.

Table. 10 Regression Analysis of Two Mixed Lead Lines

		R	R Square	Adjusted R square	Std. Error of the Estimate	Durbin Watson
		.617a	.381	.240	22.88608	
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	P(=Sig)	
Model2 (2그룹, 2종류)	Regression	14164.436	10	1416.444	2.704	.011b
	Residual	23046.000	44	523.773		
	Total	37210.436	54			
		Unstandized Coefficients	Stdized Coefficients	t	P(=Sig)	
		B	Std.Error	Beta		
	(상수)	12.800	10.235		1.251	.218
	철실리콘1cm	-1.000	14.474	-.011	-.069	.945
철1cm실리콘3cm	31.600	14.474	.349	2.183	.034	
철1cm뒤틀린 철3cm	-1.200	14.474	-.013	-.083	.934	
철1cm3cm	-1.600	14.474	-.018	-.111	.912	
실리콘1cm3cm	33.800	14.474	.374	2.335	.024	

Model2 (2그룹, 2종류)	실리콘1cm뒤틀린 철3cm	1.000	14.474	.011	.069	.945
	실리콘1cm철3cm	.600	14.474	.007	.041	.967
	실리콘3cm철3cm	33.200	14.474	.367	2.294	.027
	실리콘3cm뒤틀린 철3cm	33.600	14.474	.371	2.321	.025
	뒤틀린 철3cm철3cm	.400	14.474	.004	.028	.978
a. 종속변수 : 변형전 장치						

IV. 결론

말명료도가 우수한 장치는 3cm * 실리콘, 1cm * 철, 3cm * 철 * 뒤틀림, 3cm * 철, 변형 전 기기, 1cm * 실리콘 순으로 나타났다. 그리고 자음 계열 인식은 ㄴ계열, ㄹ계열, ㅇ계열, ㄱ계열, ㅋ계열, ㆁ계열, ㄷ계열, ㅌ계열, ㄴ계열, ㄷ계열, ㅌ계열 순으로 나타났다. 말명료도 사용 전 정확한 인식 결과, 도치 기능 포함 전 인식을 5%에서 도치 및 유사 단어를 포함한 말 명료도 사용 시 16.2%로 11.2% 향상 되었다. 장애인의 개별 특성을 고려하여 재질, 길이 등을 달리한 제품[13]이 필요하며 개별 특성 파악에 필요한 별도의 시스템 구축이 필요하다.

ACKNOWLEDGEMENT

“This research has been conducted by the Research Grant of Kwangwoon University in 2017.”

References

- [1] S. I. Kwon, and N. H. Kim, “Noise Removal using Modified Switching Filter in Mixed Noise Environments,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20 , no. 6, pp. 1216-1220, 2016.
- [2] S. E. Ji, and W. I. Kim, “Speech Recognition Accuracy Prediction Using Speech Quality Measure,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20 , no. 3, pp. 471-476, 2016.
- [3] H. M. Jeon, C. S. Bae, and H. G. Yang, “Clutter Suppression Method for Altitude and Mainlobe Clutter In Moving Platform Radar,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 10, pp. 1386-1391, Oct. 2018.
- [4] J. Xu, Y. J. Si, J. L. Pan, and Y. H. Yan., “Automatic allophone deriving for korean speech recognition,” *2013 Ninth International Conference on Computational Intelligence and Security*, pp. 776-779, Dec. 2013.
- [5] G. Y. Lim, and Y. B. Cho, “The Sentence Similarity Measure Using Deep-Learning and Char2Vec,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 22, no. 10, pp.1300-1306, Oct. 2018
- [6] S. M. Hwang, B. H. Song, and H. K. Yun, “Korean speech recognition using phonemics for lip-sync animation,” *2014 International Conference on Information Science, Electronics and Electrical Engineering*, vol. 2, pp. 1011-1014, 2014.
- [7] J. Jianshu, C. Guang, and Z. Chunyun, “A bootstrapping and MV-RNN mixed method for relation extraction,” *2014 4th IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content*, pp. 117-120, 2014.
- [8] C. S. Kim, and S. H. Jung, “A MEMS-Based Finger Wearable Computer Input Devices,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 20 , no. 6, pp. 1103-1108, 2016.
- [9] J. Y. Lee, and L. Kolasani, “Security Based Network for Health Care System,” *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, HSST, ISSN : 2508- 9080, vol. 1, no.1, March (2015), [Internet]. pp. 1-6, Available: <http://dx.doi.org/10.21742/APJCRI.2015.03.2015.03.01>.
- [10] D. J. Kim, and P. L. Manjusha, “Assessment of Risks in Management Factors,” *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, HSST, ISSN : 2508-9080, vol.1, no.2, Jun. (2015), [Internet]. pp. 1-10, Available: <http://dx.doi.org/10.21742/APJCRI.2015.06.01>.
- [11] J. H. Kim, and R. S. Reddy, “Implementation of Mobile Apps Across Globe and Challenge to Software Engineering,” *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, HSST, ISSN : 2508-9080, vol. 1, no. 3, September (2015), [Internet]. pp. 1-16, Available: <http://dx.doi.org/10.21742/APJCRI.2015.09.01>.
- [12] C. Y. Jung, and V. B. Keerthana, “A Computational Dynamic Trust Model for User Authorization,” *Asia-pacific Journal of Convergent Research Interchange*, HSST, ISSN : 2508-9080, vol. 1, no. 4, December(2015), [Internet] pp.1-6, Available: <http://dx.doi.org/10.21742/APJCRI.2015.12.01>.
- [13] D. H. Youm, and V. Kuraku, “Cost of Content Services to Hybrid Computing,” *Asia-pacific Journal of Convergent*

Research Interchange, HSST, ISSN : 2508- 9080, vol.2,
no.1, March (2016), [Internet]. pp. 1-6, Available:
[http://dx.doi.org/ 10.21742/APJCRI.2016.03.01](http://dx.doi.org/10.21742/APJCRI.2016.03.01).



이형근(Hyungkeun Lee)

1987년 2월 : 연세대학교 전자공학 학사
1998년 2월 : Syracuse Universty 석사
2002년 2월 : Syracuse Universty 박사
2003년 9월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수
※관심분야 : 통신, 무선통신, 위성 통신, 신호처리



김순협(Soonhub Kim)

현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수
※관심분야 : 신호처리, 음성인식, 음향처리



양기웅(KI-Woong Yang)

2000년 2월 : 광운대학교 컴퓨터공학과 석사
2005년 3월 : 광운대학교 컴퓨터공학과 박사 수료
※관심분야 : 통신, 신호처리, 인공지능